



图1 Jake Aasness 先生（右）正在 Kline Oilfield Equipment 公司处理编程问题，Chris Cooper 先生是该公司负责 Imco 公司业务的代表，他正致力于研究 Everyday Advantage 立铣刀的基质材料、刀刃几何形状和涂层对加工铬镍铁合金性能的影响

刀具

加工铬镍铁合金的通用型立铣刀

在加工难加工的铬镍铁合金时，即使是一些基本型的刀具，当其与正确的刀具路径匹配时，也可以表现出非凡的加工性能。

对于该公司负责加工编程和技术应用领域的 Jake Aasness 先生来说，在 Kline Oilfield Equipment 公司实施 iMachining 软件加工，他感到责任重大。当该公司接到一个 718 铬镍铁合金球阀的加工订单时，他一直在测试与各种刀具和材料相匹配的软件，这种加工项目每年会碰到一两次。“每次接到这种订单，对我们来说绝对是一个噩梦。” Aasness 先生说，“加工一个零件通常要消耗两把刀具，加工周期时间则是 2 h。”

然而，Aasness 先生说，他预计这一次会有所不同。毕竟，这种特殊的加工项目非常适合于该公司的新 CAM 软件发挥其理想的作用。球阀是在一台配有四轴旋转工作台的立式加工中心上生产的，在第四旋转轴上的铣削加工，其所需的刚性是可以得到保证的。单是这一项就可能会造成

即使采用 CAM 软件策略可大幅度提高加工效率，但成功的关键仍然取决于所使用的刀具。Kline Oilfield Equipment 公司是一家设立在俄克拉荷马州 Tulsa 市的油田工业制造商。最近，在对一个铬镍铁合金工件的粗加工过程中，碰到了刀具使用寿命的难题。该公司为了能够从其新的 CAM 软件中获得所期望的收益，更换了一种专门为加工硬质铬镍铁合金类材料而设计的通用型立铣刀，并决定从 Imco Carbide Tool 公司引进这种刀具。其结果是：刀具

使用寿命增加了 500%，生产周期时间减少了 86%。

这些改进类似于该公司自实施 iMachining 软件加工以来在其他应用领域所获得的成就。iMachining 软件是一种 CAM 模块，由软件开发商 SolidCAM 公司提供。从本质上说，该软件的运算法可通过刀具路径调整进给速度和跨距，以保持刀具稳定的机械负荷和热负荷。按照 SolidCAM 公司的说法，这使得刀具能更深、更快和更有效地切削加工，而且刀具和机床的磨损也较少。

刀具严重损坏。况且，传统的加工方法：先往前输入工件，然后用频繁的重进刀进行深度径向切削，会成倍地增加刀具磨损。通过确保刀具与工件的接触及保持其均匀的切削，iMachining 软件将可消除立铣刀上的大部分应力，并能够使其达到较高的金属切削率，即使是刚性较差的设置。该公司已经选择了一种非常适合于该加工任务的刀具。这种带有 AlTiN 涂层的立铣刀，具有特制可变切屑槽和分度的设计特点，可减少刀具的颤振和振动，被推荐应用于诸如铬镍铁合金类的硬质材料的强力切削加工领域。

尽管如此，这把刀具在对第二个零件精加工前也已经报废。Kline 公司的机械师们对此感到非常吃惊，Aasness 先生回忆说。采用有关刀具、刀具路径及其设置的组合方案都没能解决问题。他认为该软件是没有问题的，于是决定更换刀具（图 1）。

通常他可能会从不同的刀具制造商寻找另一种高性能的立铣刀，例如来自 Imco 公司的 Pow-R-Feed 或 enDuro 立铣刀。一般情况下，这两种刀具在 Kline Oilfield Equipment 公司都有库存，但那天刚好没有库存。因此他只好选用了 Imco 公司的通用

立铣刀作为替代：这是一种带有 Spector (AlTiN) 特殊涂层的四切屑槽 Everyday Advantage 刀具。多年来，Aasness 先生一直在使用这种刀具，但从来没有用这种刀具来切削加工过铬镍铁合金，其中主要原因是该材料并没有列入其应用列表之中。他只好尽力将该刀具调试安装到机床上，以 4074 r/min 的转速和 50~60 in/min (1 in=25.4 mm, 下同) 的进给速度进行湿式加工。

Aasness 先生很快发现在单一的一次进刀过程中，刀具切入到 0.486 in 的深度，并加工出一个直径 1/2 in 的隐窝。在完成两个球阀的整体精加工以后，该刀具没有出现任何问题，于是他使用同样的刀具又加工了由 4140 号不锈钢制成的 12 个零件（图 2）。“它还能再多加工 10 个零件。” Aasness 先生说。从那时起，他将转速和进给速度分别增加到 6000 r/min 和 100 in/min。现在，该车间每把刀具能够加工生产 5 个零件，而以前只能生产两个或更少的零件，每个零件的加工周期时间已经从 2 h 降低到 16 min。

在过去 8 年多的时间里，Chris Cooper 先生一直是 Kline 公司负责 Imco 公司刀具的代表，他也不能完全确定为什么最高等



图 3 在 Kline Oilfield Equipment 公司取得成功之后，Imco 公司也在其自己的工厂内对铬镍铁合金进行了一些切削加工试验，从图中可以看到，该公司的其中一把 E-14 型通用立铣刀正在对难加工材料进行铣削加工

级的高性能刀具却不能适应这类工件的加工。他认为，Everyday Advantage 刀具的优质性能可能来自于其刀刃的磨削准备、基质材料和特殊涂层等综合因素。

Imco 公司销售经理 Tim Elfreich 先生也同意这个观点。虽然高性能刀具可能会由于制造厂的不同而发生变化，但通用刀具往往都有类似的几何形状，在不同的产品之间，可能只有螺旋角和前角等会略有变化。考虑到这一基本的刀具几何形状通常不会被推荐使用于铬镍铁合金类材料的加工，因此，有关于刀具性能最好的解释在于其如何应用，以及制造商如何能够最好地控制这三方面因素（图 3）。“我们煞费苦心确保磨削加工的一致性和重复精度。我们不在基质材料或涂层上切削加工圆角。” Elfreich 先生说，“当您将其与那些由 iMachining 软件所提供的先进刀具路径和技术结合在一起时，即使使用普通的基本型产品也可以获得优异的成果。” [MM]



图 2 一把 Imco 公司的 Everyday Advantage 立铣刀，除了加工两个图中所示的铬镍铁合金零件之外，又多加工了 12 个由 4140 号不锈钢制成的零件，且刀具完好无损